

видимому, объясняется мозаичным строением поверхностных частиц наполнителя. При сближении частиц на расстояние, соответствующее образованию коагуляционного контакта, частицы последовательно фиксируются в результате взаимодействия участками поверхности с пленкообразователем, макромолекулы которого адсорбируясь ориентируются, образуя упрочнённые мостики – тяжи, соединяющие частицы. Такая сопряжённая структура полимер – пигмент, пронизывающая объём полимера, способствует повышению его жесткости, прочности и деформационной долговечности.

Предлагаемая пигментированная композиция может быть использована для создания покрытий древесины и древесных материалов с высокими эстетическими и эксплуатационными показателями.

Т. Стаутмайстер
BFH АНВ, Биль, Швейцария
С.П. Трофимов
БГТУ, Минск, Беларусь
tsp46@mail.ru

**АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УЧАСТКАМИ
 ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ
 В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ
(ADAPTIVE MANAGEMENT AREAS FLEXIBLE
 MANUFACTURING IN WOODWORKING)**

Излагается концепция адаптивного управления технологическими участками гибких автоматизированных производств в деревообработке. Она апробирована и реализуется в процессах изготовления мебели и столярно-строительных изделий (окон).

The concept of adaptive control technology sections of flexible automated production facilities in the woodworking. It has been tested and is realized in the process of manufacturing furniture and joinery products (windows).

Автоматизация производственных процессов является характерной чертой современного этапа развития промышленности на основе достижений в области электроники, техники и информационных технологий.

Эта тенденция обусловлена стремлением повысить производительность, улучшить условия и качество труда. Крупные и средние предприятия, располагающие квалифицированными кадрами и соответствующими финансовыми ресурсами, все более ориентируются на применение средств автоматизации технологических, переместительных, складских операций, работ по конструкторско-технологической подготовке и управлению производством.

Например, в развитии средств автоматизации производства деревянных окон можно выделить несколько этапов. Для периода, когда преобладал выпуск стандартных окон крупными партиями одного типоразмера, было характерно применение отдельных станков и линий, обеспечивавших автоматизацию основных технологических операций (нарезки шипов, обгонки рам по периметру и др.). Затем появились устройства для разборки пакетов, поштучной выдачи заготовок в обработку и укладки продукции в стопы,

которые обеспечили повышение уровня автоматизации. Логическим завершением этого процесса явилось освоение производства и внедрение комплектов технологического и транспортного оборудования ОК-250 для массового крупносерийного производства 50–250 тыс. м² оконных блоков в год. К недостаткам этого оборудования следует отнести большие затраты времени на перенастройку, необходимость выпуска пробных деталей и накопления партий запуска в обработку.

В условиях расширения ассортимента выпускаемой продукции по размерам, форме и конструкции окон стало актуальным применение угловых обрабатывающих центров для нарезки шипов (в два прохода), одностороннему профилированию брусков и обгонки по периметру рам створок и коробок. Первоначально для выполнения этих операций использовались два станка поперечной и продольной обработки, на основе объединения которых были созданы обрабатывающие центры (ОЦ) для выполнения комплекса работ [1, 2]. В последнее время появились ОЦ, обеспечивающие высокую точность, завершенность профилирования брусовых деталей и склеивания из них рам полной готовности без последующей обгонки по периметру. Эти виды технологического оборудования предусматривают возможность быстрой замены рабочих профилирующих и шипорезных фрез за счет вертикального перемещения приводного вала для изготовления деталей разных типоразмеров окон.

Применение ОЦ с числовым программным управлением (ЧПУ) актуализирует создание программируемых манипуляторов для разнообразных операций по загрузке, разгрузке станков и автоматизации некоторых технологических операций. Появление микропроцессорных систем управления и замена специализированных устройств управления на программируемые контроллеры позволили снизить стоимость роботов в несколько раз, сделав рентабельным их массовое внедрение в промышленности. Этому способствовали объективные предпосылки развития промышленного производства.

Условия разнообразия типоразмеров, форм, комплектации, вариантов отделки и особенно при поставке изделий малыми партиями или по индивидуальным заказам требуют решения специфических задач автоматизации производственных процессов. При этом должны быть обеспечены хорошие условия и безопасность труда [3], надежность и качество выпускаемой продукции, эффективность систем управления производственными, складскими и транспортно-логистическими процессами, которые регламентируются соответствующими нормативно-техническими документами Евросоюза (EN) и Германии (DIN), все чаще применяемыми в Республике Беларусь и странах СНГ.

В Институте архитектуры, древесины и строительства Бернского университета прикладных наук (АНВ BFH, Швейцария) выполнены разработки, создающие основу для прикладных исследований и практической реализации их результатов при решении актуальных задач автоматизации и логистики в производстве деревянных окон.

Особый акцент в процессе исследований был сделан на системное рассмотрение практических задач осуществления выпуска разнообразных изделий в условиях конкретных производителей и проверку разработанных решений.

Применение оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) и промышленными роботами [4] было принято изначально в качестве технологической основы всей работы. Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сопровождалось созданием технологической и экспериментальной базы самого высокого уровня. В единстве производства и логистики появилась возможность воспроизведения и решения очередных задач, использования аналитических данных лаборатории института.

Набор оборудования экспериментальных участков включает: 3- и 6-координатные ОЦ с ЧПУ центры, 6- и 7-координатные промышленные роботы, сборочные столы, ряд других видов технологического оборудования, стеллажные склады деталей, автоматизированные системы управления, средства связи и бесконтактной идентификации на основе компонентов технологий RFDI, а также регистрации и визуализации исследуемых процессов.

С использованием имеющихся элементов оборудования автоматизированных производственных ячеек и их сетевых взаимосвязей могут быть воспроизведены, отображены и протестированы практически все процессы механической обработки древесины и изделий из нее.

На рис. 1 отображены фрагмент технологического оборудования участка по изготовлению деревянных окон [5] и примеры сборочных единиц выпускаемых изделий. Рис. 3 иллюстрирует применение промышленных роботов при производстве дерево-алюминиевого оконного блока.

Одновременно с разработкой прогрессивной системы остекления деревянных окон на основе клеенных стеклопакетов решались задачи автоматизации сборки створок с применением промышленных роботов. Результаты этих работ практически используются на нескольких предприятиях.



Рис. 1. Применение робота на участке сборки деревянных окон:
а – монтажный стол для остекления створки со клеенным стеклопакетом;
б – фрагменты конструкций окна

Автоматизация процесса сборки створок явилась одним из важных условий новой организации технологических процессов. Рис. 2 отражает состав и последовательность действий, которые должны были осуществлять промышленные роботы на автоматизированном участке сборки оконных створок. Эта производственная ячейка может обеспечить сборку оконных створок требуемого формата с выбором и применением необходимого профиля брусковых деталей, фурнитуры и элемента остекления. В основу решения актуальной задачи создания автоматизированной производственной ячейки для сборки створок было положено требование адаптивности к условиям работы обслуживающего персонала и процесса выполнения работ.

Необходимо отметить, что в производственной системе, рассматриваемой в качестве автоматизированной ячейки, все компоненты доступны для редактирования в процессе выполнения работ и определения доступных ресурсов.

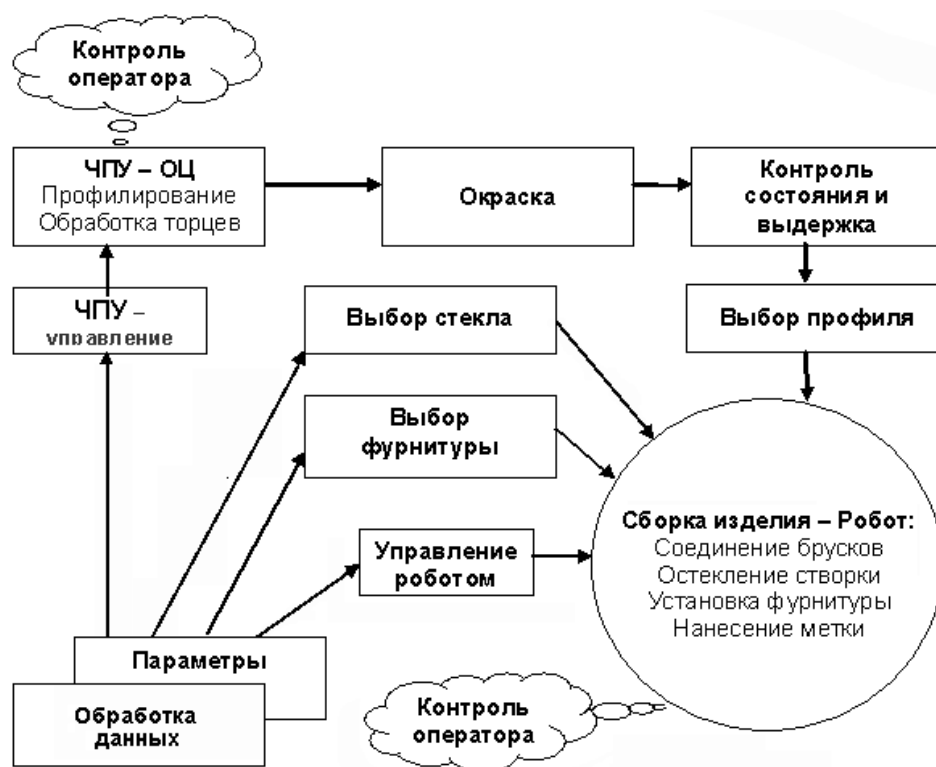


Рис. 2. Схема организации процесса производства деревянных оконных створок со вклеенными стеклопакетами

Было принято, что в системе управления адаптивной гибкой автоматизированной ячейкой для производства оконных деревянных оконных створок со вклеенным стеклопакетом все компоненты идентификации и распознавания основаны на RFID-технологии радиочастотной идентификации (рис. 3). Преимущества этой системы основаны на применении RFID-меток для обозначения компонентов изделий и связанных с ними устройств для дистанционного считывания информации в условиях отсутствия обязательной прямой видимости или так называемой массовой регистрации в партии. При этом вид и количество компонентов можно обнаружить одновременно, даже в условиях, если они находятся на верху или в смеси хаотично (на транспортной тележке), на поддоне или в ячейке стеллажа.

Если поддон с заготовками отмечен RFID, то они она могут быть автоматически обнаружены и введены в базу данных посредством чтения и записи информации о имеющихся ресурсах, необходимости обработки (например, CNC-программ, инструментов и др.) и готовности к использованию в производственной ячейке. В случае наличия необходимых ресурсов обработка и сборка могут быть осуществлены автоматически в заданной последовательности или с помощью выдачи из имеющегося запаса (рис. 4).



Рис. 3. Типичная структура и основные компоненты RFID-системы

В рассматриваемом случае считаем, что имеются детали всех длин, необходимых для сборки, иначе необходимы переговоры и заказ компонентов нужных длин в отличие от ранее разработанных схем автоматической сборки фрезерованных по профилю брусков.

При наличии подходящих компонентов в ячейке они будут индивидуально учтены, оценены по свойствам и поданы роботом в обработку (см. рис. 4). Если деталь не предназначена для обработки, то она остается в ячейке, и это может означать сбой в обеспечении ресурса.

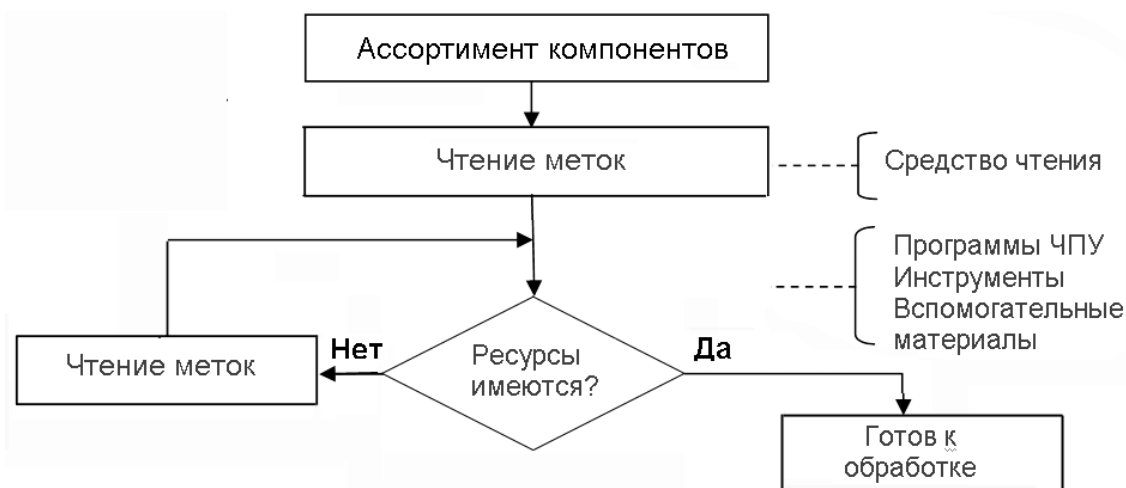


Рис. 4. Принципиальная функциональная схема адаптивной ячейки производства

Если деталь предназначена для обработки на станке с ЧПУ или на оборудовании с групповым управлением DNC, она будет автоматически подготовлена для этого. После завершения обработки деталь посредством робота подается в камеру, которая проверяет полноту обработки и выполняет (возможно ограниченный) контроль качества.

Варианты последующих действий с обрабатываемым компонентом изделия (рис. 5): при отсутствии возможности осуществить покраску, компонент будет поставлен RFID в режим ожидания условия выполнения окраски в нужный цвет; компонент может быть просто перемещен на покраску (если это не сделано автоматически); компонент может быть подан на монтажный стол; компонент может быть передан роботом на операцию сборки створки с соответствующим контролем ее исполнения.

RFID-метки компонентов изделия и автоматизированная система управления позволяют осуществить разнообразные действия хранения, обработки, сборки и их окраски в зависимости от геометрии и/или цвета покраски.

Предложенная концепция, апробированная на примере обработки компонентов корпусной мебели, удовлетворяет всем параметрам адаптивной и гибкой работы автоматизированных производственных участков. Характеристики каждой компоненты или компонент изделия могут быть определены непосредственно перед или на стадии производства. При этом всеобъемлющая активная последовательность планирования может быть сведена к минимуму.

Представленная концепция использована в определенных условиях обработки, но она может быть беспрепятственно реализована и в других материально-технических условиях гибкого автоматизированного производства.

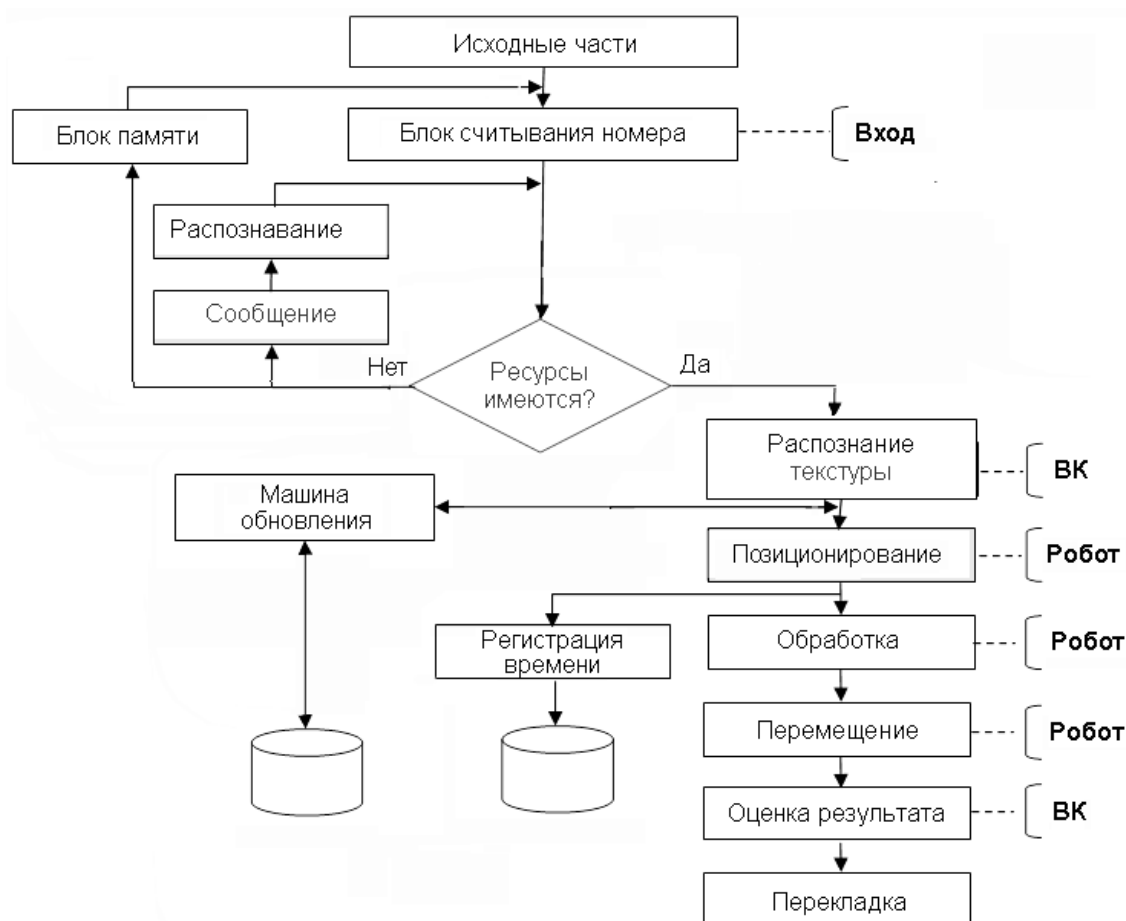


Рис. 5. Структура функций ячеек и технические средства: ВК – видеокамера

Основная идея предлагаемой концепции заключается в том, что компоненты изделия несут информацию и позволяют адаптивно управлять обработкой, в результате чего повышается экономическая эффективность и сокращение сроков технологической подготовки автоматизированного производства деревянных окон.

Библиографический список

1. Трофимов С.П. Конструирование и производство столярно-строительных изделий / С.П. Трофимов, А.С. Пардаев. – Минск: БГТУ, 2011. – 521 с.
2. ТКП 45-7.02-148–2009. Производство столярных изделий при объеме переработки пиломатериалов до 10 тыс. м³ в год. Нормы технологического проектирования предприятия. – Минск: Стройтехнорм, 2010. – 55 с.
3. DIN EN 775: Industrieroboter – Sicherheit. Berlin: Beuth, 1993.
4. Weber W. Industrieroboter. Methoden der Steuerung und Regelung. – Leipzig Fachbuchverlag im Carl Hanser Verlag, 2009. – 250 Pp.
5. DIN 68121-1. Holzprofile für Fenster und Fenstertüren; Maße, Qualitätsanforderungen. Deutsche Norm, Ausgabe: 1993-09.